第46卷 第4期
2023年4月

干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

Vol. 46 No. 4
Apr. 2023

流域乡村聚落发展潜能评测及分区振兴路径
——以汾河流域为例

侯志华[1,2]， 崔晓琪[3]， 樊晓霞[1]

（1. 太原师范学院地理科学学院，山西 晋中 030619；2. 太原师范学院汾河流域科学发展研究中心，山西 晋中 030619；3. 辽宁师范大学地理科学学院，辽宁 大连 116029）

摘 要：乡村聚落是乡村人地关系最集中的表现，探索流域乡村聚落发展潜能及发展路径对流域乡村经济可持续发展具有重要现实意义。立足乡村地域系统理论和现代化乡村发展特征，综合评测乡村聚落发展潜能，制定区划方案，诊断各区优势因子和制约性，探索乡村振兴发展路径，并以汾河流域为例开展实证研究。研究结果：(1) 以汾河流域11107个自然乡村聚落为研究对象，从自然条件、资源禀赋、生态约束、社会经济水平、城市外驱5个维度构建了新时代乡村聚落发展潜能评测体系。(2) 汾河流域自然乡村地域发展潜能空间差异悬殊，中游、下游高于上游，中部河谷盆地高于两侧山地丘陵。(3) 汾河流域自然乡村聚落发展潜能参差不齐，共划分了5个一级区和12个二级区，不同类型区的发展潜能、发展优势和发展路径具有明显特征和差异。研究结果为流域乡村振兴战略的推进和实施提供了新的考量和科学参考。

关 键 词：乡村振兴；乡村地域系统；乡村聚落；发展路径；汾河流域

文章编号：1000－6060(2023)04－0649－09(0649～0657)

全面推进乡村振兴是新时代中国乡村发展的主旋律[1]。《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》提出应明晰村庄发展特色和短板，分区分类推进乡村发展。全球大生产背景下，乡村不再是孤立的、封闭的，人-地协调、城-乡融合成为现代化乡村发展的核心特征[2]。乡村聚落，又称“村落”“村庄”，作为乡村居民主要聚居区和村域人地关系最集中的表现，被视为乡村振兴的核心和落脚点[3]。因此，聚焦于乡村聚落，探索其现代化发展分区路径，是区域乡村振兴战略实施的有效切入点和关键抓手，具有重要的现实意义和研究价值。

乡村聚落是乡村地理学的重点研究内容，学者们就其区位条件、分布规律、空间模式等进行了丰富的理论研究和案例分析[4-6]，但在社会学、经济学、管理学等领域广泛关注下[7-8]，逐渐向社会科学研究范式转变，多学科融合特征愈发明显。乡村振兴政策出台后，以乡村规划或发展导向为目标的指标评价及类型识别研究成为热点之一，研究视角包括乡村地域系统[9]、村落转型[10]、城乡融合[11]、乡村功能[12]等，研究对象涉及全国[9]、西部山区[12]、长株潭[13]、京津冀[14]等典型区域，评测单元有县级、乡镇级、行政村级等多种尺度。这些为乡村聚落研究奠定了良好基础，但依然存在进一步的探讨空间：第一，现有指标维度多为评价单元自身的影响因素，对其外界城市系统的作用量化不足；第二，研究单元多选择行政单元，而实际的人类活动空间网络很多情况下会打破这种“行政壁垒”[3]；第三，研究数据多源于统计数据，但大范围乡村聚落层面的统计资料难以获取。故本研究聚焦乡村自然聚落斑块，综合遥感、大数据等多源优势，探索新时代乡村聚落发展特征、潜能优势及发展路径，是当代乡村地理学研究的重要命题，也是地理科学服务于国家重大战略的

收稿日期：2022-06-01； **修订日期**：2022-07-27
基金项目：山西省科技厅科技战略研究专项(202104031402100)；山西省高等学校人文社会科学重点研究基地项目(20210112)；山西省社会科学界联合会重点课题(SSKLZDKT2022098)资助
作者简介：侯志华(1981-)，女，副教授，主要从事遥感与GIS在资源环境与国土空间规划应用等方面的研究.
E-mail: houzhihua1008@126.com

学科使命和责任担当。

汾河流域是黄河中游重要子流域之一，连接渤海经济区与西部地区的关键区域，区内自然条件不同，资源禀赋不均，经济社会发展参差不齐，城乡格局差异显著，导致了乡村地域类型的复杂多样和乡村聚落发展的不同步性。因此，本研究以汾河流域为例，评测乡村聚落发展潜能，探讨现代化发展路径，以期为该流域和其他相似区域乡村振兴提供一定研究依据和决策参考。

1 理论基础

1.1 理论分析

乡村地域系统理论是乡村聚落研究的基础，即在一定乡村地域范围内，人类活动和地表环境相互交织、共同作用形成的自然-经济-社会综合体，由内核和外缘两大子系统构成[9]。内核系统由乡村社会经济系统构成的"乡村人"主体系统以及由自然资源和生态环境构成的"乡村地"本体系统耦合而成[15]，两者共同决定着乡村发展特征及其持续性；外缘系统则是城市对乡村发展演化的外力作用[16]，随着乡村地域系统开放程度的提高而愈发凸显。乡村聚落发展潜能受到乡村地域的基础"人""地"条件、生态可持续性和城乡关系的交互性等多维因素的共同作用和制约，其内源动力是乡村"人"的自我发展能力，关键因素是乡村主体系统对本体系统(人地关系)和外缘系统(城乡关系)要素的整合组织(图1)。

1.2 影响因素

自然地理环境本底系统，在乡村聚落发展和演化中起着重要的基础支持作用，具体又可分为：(1)自然基础条件，人类社会赖以生存和发展的自然基础，是乡村聚落存在于某一空间的必要依赖；(2)自然资源禀赋，指有使用价值的可为人类提高福利的各种自然资源[17]，这里更强调在一定时间条件下能够直接产生经济价值，是乡村聚落发展的物质基础和实体支撑；(3)自然生态约束，反映区域的生态功能、脆弱性以及修复能力[18]，是维持自然生境、保障乡村地域乃至更大范围的生态安全和生态稳定的必要性，也是乡村聚落可持续发展的前提和关键。

乡村人文社会经济主体系统，主要以"人"为核心，包括人口、产业、交通、文化等各类乡村地域人

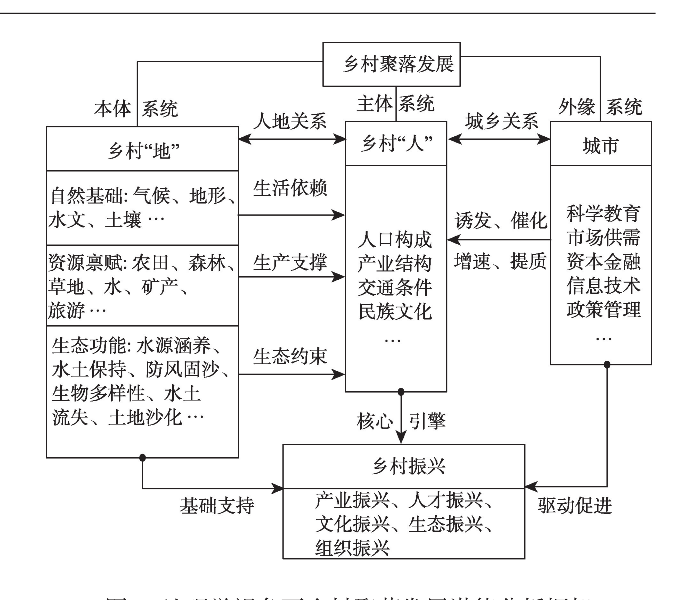


图1 地理学视角下乡村聚落发展潜能分析框架

Fig. 1 A framework for analyzing the development potential of rural settlements from the perspective of geography

文因素。人始终是地理空间的主体[19]，其社会经济行为是乡村发展最具能动性的因素，乡村振兴核心就是"人"的振兴[20]，因此，乡村人文社会经济系统是乡村聚落演化和发展的主体，是最重要的活力源泉和内驱动力。

外缘城市系统，随着工业化、城镇化、信息化的不断推进，城市的资金、市场、科技、信息等生产要素与乡村地域之间活跃流动，互联网、大数据等新技术进一步强化了乡村内外之间的纽带和贯通能力[21]，城市对乡村聚落发展的外力作用愈发强烈，城乡融合成为乡村振兴的必由之路[16]。

2 数据与方法

2.1 研究区概况

汾河是黄河第二大支流。汾河流域地理位置位于110°30′~113°32′E，35°20′~39°00′N之间，呈不规则的宽带状分布于黄河"几"字湾右侧，面积近4×10⁴ km²(图2)。地势北高南低、东西高、中部低，西侧为吕梁山脉，东部、东南部为太行、太岳山脉，中部汾河干流自北向南纵贯晋中和临汾两大盆地。域内蕴藏着丰富的煤炭、铁、铝土等矿产资源，拥有平遥古城、乔家大院、洪洞大槐树等一批享誉中外的文物古迹和旅游胜地。地跨49个县(市、区)，是山西省的人口密集区、粮食主产区、经济发达区和重要生态功能区，是黄河流域生态保护和高质量发

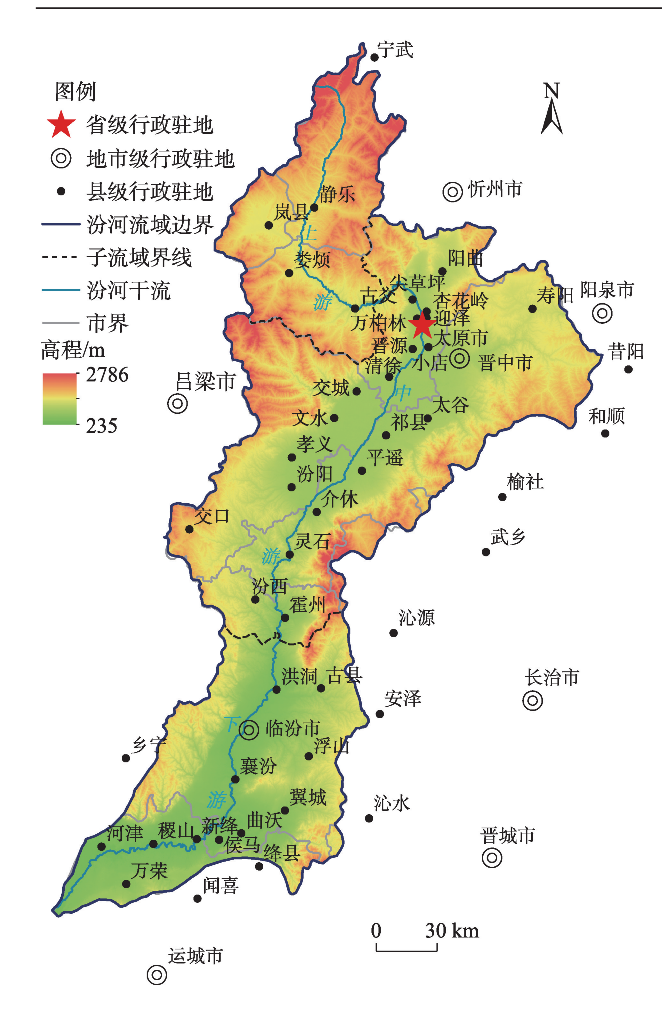


图2　汾河流域概况

Fig. 2　Overview map of the Fenhe River Basin

展重大国家战略的重要组成部分。

2.2　研究数据

主要为多源空间数据(表1),经几何校正、重采样等预处理后坐标系统全部统一到WGS_1984_UTM_zone_49N。

2.3　研究方法

从自然条件、资源禀赋、生态约束、社会经济水平、城市外驱5个维度综合刻画汾河流域乡村聚落发展潜能,计算公式如(1)~(2)。综合考虑各要素的空间分异,采用5 km×5 km栅格区域作为自然乡村地域的代理指标。

$$D_i = \omega_a N_i + \omega_b R_i + \omega_c E_i + \omega_d S_i + \omega_e C_i \tag{1}$$

$$V_j = \sum_{i=1}^{k} A_i D_i,\ k = 1, 2, 3, \cdots, 7 \tag{2}$$

式中:D_i为第i个自然乡村地域发展潜能综合指数;N_i、R_i、E_i、S_i、C_i分别为该乡村地域5个维度的乡村发展潜能指数;ω_a、ω_b、ω_c、ω_d、ω_e为对应的指标权重,采用熵权法确定;V_j为第j个自然乡村聚落发展潜能综合指数;k为该自然乡村聚落斑块涉及到的自然乡村地域个数,本次数据最大值为7;A_i为j乡村聚落斑块中i自然乡村地域的面积占比。

指标选择在遵循科学性、系统性、综合性、地域性、可操作性、易获性等原则基础上,着重突出乡村发展的差异性和可比性(表2)。具体为:(1)自然条件(N_1~N_6),汾河流域气候差异明显,地形地貌复杂,土壤养分空间分布中度不均。(2)资源禀赋(R_1~R_5),水资源是一切生活生产的基础,农业是乡村的基础产业,中部盆地以种植业为主,两侧山区以林业为主,经济发展长期处于资源导向型传统增长模式[22],较丰富的旅游资源为经济转型提供了必要元素和重要方向[23]。(3)生态约束(E),作为黄河流域的重要子流域,以生态保育、环境保护为特定目标的区域,生态安全必须保障,社会经济发展会受到一定约束[24]。(4)社会经济发展水平(S_1~S_3),大范围自然乡村聚落尺度的社会经济统计数据难以收集,但已有研究表明非渗透地面面积、路网密度、POI兴趣点

表1　数据类型及其来源

Tab. 1　Data types and sources

数据类型	数据来源	数据说明
乡村自然聚落斑块	地理空间数据云Landsat8 OLI影像(http://www.gscloud.cn)	2019年,人机交互解译
DEM	地理空间数据云ASTER GDEM V2数据(http://www.gscloud.cn)	栅格数据,30 m
气象数据	中国地面累年值数据集(http://data.cma.cn)	1981—2010年
土壤有机质	中国土壤数据集(v1.1)(http://www.ncdc.ac.cn)	栅格数据,1000 m
土地利用/覆被类型	全球土地覆盖产品(FROM-GLC10)(http://data.ess.tsinghua.edu.cn)	2017年,栅格数据,10 m
道路交通	1:700000山西省地图[JS(2019)01-304],Landsat8 OLI影像	2019年,矢量化、目视解译
矿产资源	《山西省能源地图集(2014版)》中山西省1:1650000矿产资源地图	2014年,矢量化
A级旅游景区	山西省文化和旅游厅官网发布的山西省A级景区名录(http://wlt.shanxi.gov.cn)	2020年,矢量化
POI兴趣点	北京大学开放研究数据平台高德地图兴趣点数据(https://opendata.pku. edu.cn)	2018年
市县行政边界	1:2000000山西省地图[晋S(2020)005号]	2020年,矢量化

密度与人类活动强度具有较好的正相关性[25-27]。(5)城市外驱(*C*),主要是周边城市对乡村产业、人才、文化、组织等的联动作用,与城市的综合实力和城乡有效距离密切相关[28]。采用极值法对各指标原始数据进行标准化处理,熵权法确定权重。

3 结果与分析

3.1 汾河流域自然乡村地域发展潜能评测及空间分异

根据表2和公式(1)计算汾河流域各维度自然乡村地域发展潜能指数和综合指数(D_i)。各发展潜能指数空间差异明显(图3),北部受气候、地形等自然基础条件的限制较大,东西两侧则主要受生态保护的约束,中、南部的两大盆地自然条件优越,社会经济基础良好,太原市周边地区城市外驱作用突出。D_i平均值为0.29,采用自然断点法划分为5个等级(表3),低潜能区和较低潜能区面积占比达一半以上,且空间异质性明显。

3.2 汾河流域自然乡村聚落发展潜能及类型分区

根据公式(2)计算11107个自然乡村聚落发展

表2 乡村聚落发展综合潜能评测指标体系

Tab. 2 Comprehensive evaluation index system for the potential of rural settlements development

准则层	指标层	指标代码	指标极性	一级权重	二级权重
自然条件	1981—2010年多年平均气温/℃	N_1	+	0.210	0.166
	1981—2010年多年平均降水量/mm	N_2	+		0.165
	平均海拔/m	N_3	–		0.167
	15°以下坡度面积占比/%	N_4	+		0.167
	地表破碎度	N_5	–		0.168
	土壤有机质含量/g·kg^{-1}	N_6	+		0.167
资源禀赋	水体面积占比/%	R_1	+	0.210	0.139
	农田面积占比/%	R_2	+		0.209
	林地面积占比/%	R_3	+		0.211
	距矿产资源欧氏距离/km	R_4	–		0.220
	距A级景区级别权重欧氏距离/km	R_5	–		0.220
生态约束	生态安全重要区域①面积占比/%	E	–	0.199	1.000
社会经济水平	非渗透地面面积占比/%	S_1	+	0.192	0.339
	路网密度/km·km^{-2}	S_2	+		0.376
	POI兴趣点密度/个·km^{-2}	S_3	+		0.285
城市外驱	城市空间场能指数②	C	+	0.189	1.000

注:①依据《生态保护红线划定技术指南》(环办生态[2017]48号),将生态服务重要性或生态环境敏感性的最高等级划定为生态安全重要区域,具体计算公式和分级方法详见其附录A和附录B;②借助K阶数据场模型测算,计算方法详见参考文献[28]。

表3 汾河流域自然乡村地域发展潜能综合指数分级统计

Tab. 3 Classification statistics of comprehensive development potential of rural regional in Fenhe River Basin

潜能级别	潜能值	面积/km^2	分布	特征
低潜能区	$D_i \le 0.22$	9135.00	流域北端及东西两侧山地区	受先天自然环境和生态保护需求的严重制约,聚落分布相对分散、孤立
较低潜能区	$0.22 < D_i \le 0.28$	14364.64	两大盆地东西两侧和上游河谷两侧的广泛丘陵山区	自然环境复杂,社会经济基础较差,乡村聚落自我发展能力较弱,也缺乏有效的外动力
中潜能区	$0.28 < D_i \le 0.37$	6606.50	上游河谷,中部两大盆地周边及盆地间的灵霍峡谷一带	乡村发展受多种因素交叉影响且优劣并存
较高潜能区	$0.37 < D_i \le 0.46$	5678.77	晋中盆地西部、南部和临汾盆地的南部	乡村发展先天条件较好,自身优势明显,但外驱动力不足,发展模式较为落后
高潜能区	$D_i > 0.46$	4463.61	两盆地的各大市县周边区域	自然条件得天独厚,区位优势明显,乡村社会经济基础良好,中心城区辐射作用突出

注:D_i为第i个自然乡村地域的发展潜能综合指数。

潜能综合指数(V_j)，平均为0.31，最大值与最小值相差将近5倍。因此，采用*K*-means聚类进一步对5个维度的发展潜能指数进行相似度和差异性分析，并通过肘部法则自适应调整*K*值[29]实现乡村聚落发展潜能的类型识别与划分，同时结合实际对分区结果进行微调以确保空间连续性和一致性。经多次调试后，最终形成汾河流域自然乡村聚落发展潜能类型，5个一级区和14个二级子区(表4、图4)。

3.3 汾河流域自然乡村聚落发展潜能分异特征及分区发展路径

(1) 流域北部自然条件约束区：位于流域上游，气温较低是主要限制性因子，以山地丘陵为主，自然基础条件较差，尤其是汾河源头区，平均V_j仅为0.1935，南部区域表现出一定的旅游资源优势，河谷地带水资源较为丰富，具有一定发展潜能。因此，乡村振兴北部汾河源头着重以水源涵养为主进行生态林建设，有序引导人口向南部及河谷一带转移转化，在资源环境承载能力基础上合理发展生态农业、特色农业、休闲旅游产业等。

(2) 流域西侧吕梁山生态可持续约束区：吕梁山是汾河流域西侧水源涵养及水土保持的重要生态功能区，地形复杂、地块破碎，农业生产条件差，发展潜能整体较低，但土壤有机质含量较高，林地资源较为丰富。未来乡村发展必须以生态为先，生态保护核心区大力实施天然林保护，继续加强退耕还林还草工程和水土流失治理；低山丘陵一带可因地制宜地发展生态型产业，尤其是地方特色林果业的种植和加工；乡村聚落合理规划，有条件地鼓励依靠互联网、自媒体等新技术加强与城市的互联互通，挖掘乡村发展新业态，拓展农民增收新空间。

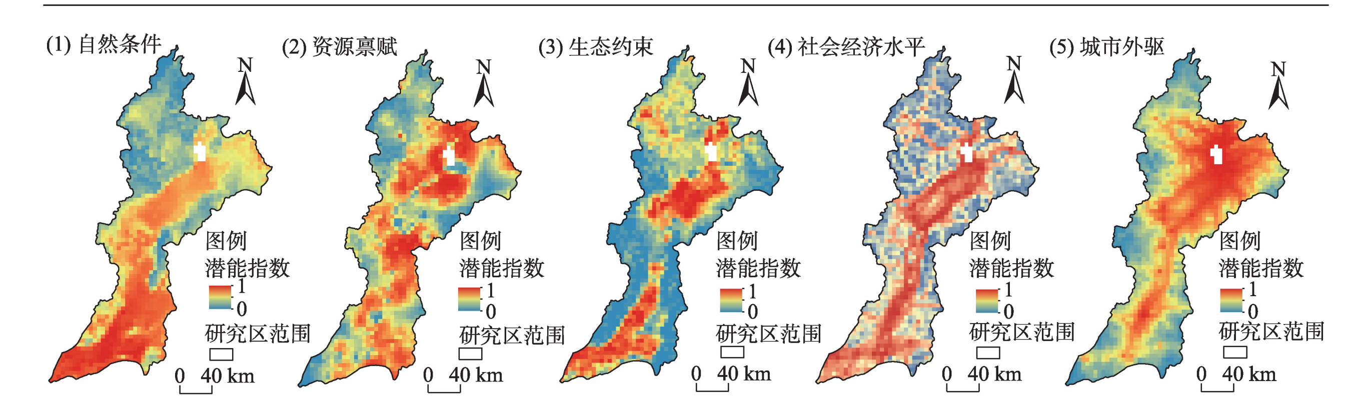
(3) 流域东侧太行-太岳山生态可持续约束区：汾河流域东侧重要的生态保护和建设区，北部太行

表4　汾河流域自然乡村聚落发展潜能分区及其乡村振兴发展路径

Tab. 4　Development potential zoning of natural settlements and its rural revitalization path in rural regions of Fenhe River Basin

一级区	二级子区	聚落数量/个	聚落面积/km²	平均V_j	因子	发展路径
流域北部自然条件约束区	汾河源头内外综合制约型低潜能区	740	23.49	0.1935	气温⁻、地形⁻、耕地⁻、社会经济⁻、城市外驱⁻	加强汾河源头生态建设，乡村聚落适度集聚，因地制宜发展生态农业、特色农业、休闲旅游产业
	芦芽山、云中山气候-地形制约型较低潜能区	947	76.64	0.2459	气温⁻，旅游⁺	
	汾河上游河谷气温制约型中潜能区	46	13.92	0.3314	气温⁻、矿产⁻，水体⁺、旅游⁺	
流域西侧吕梁山生态可持续约束区	吕梁山北段气候-地形制约型较低潜能区	501	31.97	0.2571	气候⁻、地形⁻、耕地⁻，林地⁺	生态优先，山水林田湖草村统筹规划，积极推进产业生态化和生态产业化
	灵霍峡谷及其两侧生态制约型较低潜能区	1156	129.89	0.2465	生态⁻、矿产⁻，土壤⁺	
	吕梁山南段生态制约型低潜能区	905	58.39	0.2289	生态⁻、地形⁻，林地⁺、土壤⁺	
流域东侧太行-太岳山生态可持续约束区	太行山中段生态制约型低潜能区	972	54.58	0.2403	生态⁻、耕地⁻，矿产⁺、林地⁺	重点开展生态保护和生态修复，积极发展特色林产业和生态型立体农业
	太岳山生态制约型较低潜能区	782	58.22	0.2428	生态⁻，林地⁺	
流域中部晋中盆地及周边内外综合驱动发展区	太原市区南北城郊外驱力主导型高潜能区	455	149.88	0.5000	降水⁻、旅游⁻，城市外驱⁺、社会经济⁺、地形⁺	大力推进农业生产现代化、产业化、信息化，打造乡村全面振兴区域样板
	晋中盆地南部内生力主导型中高潜能区	876	356.15	0.4580	降水⁻、土壤⁻，地形⁺、耕地⁺、矿产⁺、社会经济⁺	
	晋中盆地周边丘陵-带中潜能区	981	267.28	0.3384	降水⁻、旅游⁻	
流域南部临汾盆地及周边内生主导发展区	汾河下游两侧内生力主导型高潜能区	514	217.98	0.4797	地形⁺、耕地⁺、社会经济⁺	加快构建现代农业产业体系，促进乡村产业多元化、市场化，强化与外援系统的相互促进和共建共享
	临汾盆地南部自然条件优越型中高潜能区	1172	354.23	0.4236	地形⁺、耕地⁺、旅游⁺	
	临汾盆地周边丘陵-带中低潜能区	1060	188.26	0.3020	耕地⁺	

注：V_j为第j个自然乡村聚落发展潜能综合指数；"-"为限制性因子；"+"为优势性因子。



注:图中白色块为太原市城区,无乡村聚落斑块,因此未计算其D_i值。

图3 汾河流域5大维度自然乡村地域发展潜能指数空间分布

Fig. 3 Spatial distributions of rural regional development potential index from five aspect in Fenhe River Basin

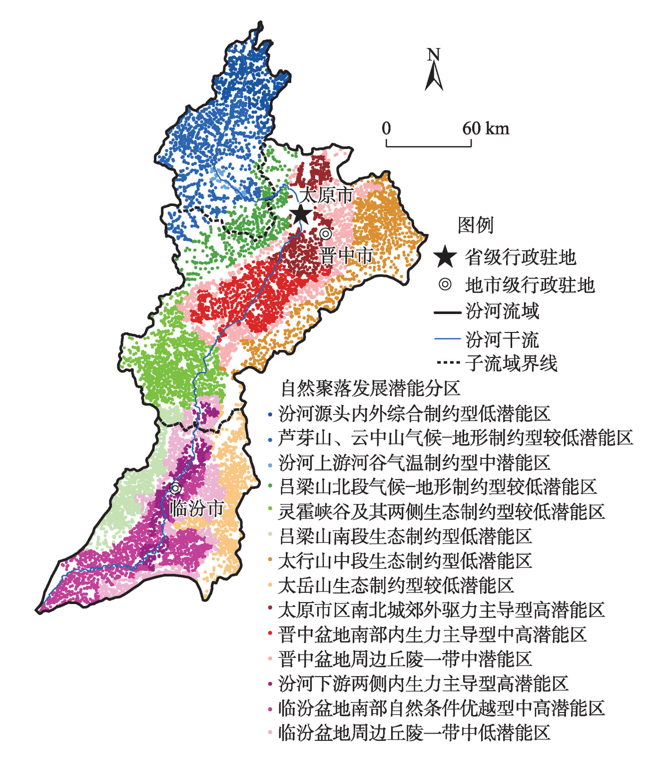


图4 汾河流域自然乡村聚落发展潜能类型分区

Fig. 4 Regionalization of the types of natural settlement development potential in rural regions of Fenhe River Basin

土石山区水土流失严重,生态环境脆弱,南部太岳山区是汾河以及海河支流漳河的重要水源涵养区与生物多样性保护生态功能区,乡村发展潜能低,但林地资源优势突出。乡村振兴战略的实施也要以生态保护和生态修复为重,北部大力营造水土保持林,扩大森林面积,南部提高水源涵养林比重,同时注重物种选择保持生物多样性;充分利用先天优势发展特色干鲜果业和中草药材,优化农业生产结构,积极探索立体农业发展模式。

(4) 流域中部晋中盆地及周边内外综合驱动发展区:地形平坦,交通便利,开发历史悠久,加之城镇化、工业化的积极带动,乡村发展水平较高。北部太原市周边乡村聚落受内外双重驱动,发展潜力最高,平均V_j为0.5000;南部盆地区耕地资源丰富,土地生产力较高,是山西省及黄河流域的主要粮产品主产区之一。乡村振兴应以城乡融合发展为重要途径,立足区位优势和现代农业基础,对接中小城市和特色小镇建设,以市场需求为导向,全面推进农业生产现代化、产业化、信息化,打造产业兴旺、生态宜居、乡风文明、生活富裕的乡村振兴区域样板。

(5) 流域南部临汾盆地及周边内生主导发展区:水热条件较好、地形平坦、耕地资源丰富,乡村发展农业基础较好,但外驱动力不足,农业产业化、信息化较弱,以传统发展模式为主。乡村振兴重点是加快构建现代农业产业体系,推进乡村产业升级和一二三产业融合发展,强化乡村对城镇发展的支撑作用和城镇的带动作用,促进城乡一体化建设,有效推进区域产业多元化、新型城镇化、农业现代化,实现乡村振兴和城乡融合发展双赢目标。

4 结 论

(1) 人–地协调、城–乡融合是现代化乡村发展的核心特征,乡村主体系统与本体系统(人地关系)和外缘系统(城乡关系)的相互耦合作用共同决定了乡村地域发展潜力。汾河流域自然乡村地域发展潜能空间差异悬殊,高潜能、较高潜能区集中在中部和南部两大盆地区,低潜能和较低潜能则主要

分布在流域上游和东西两侧的吕梁山、太行-太岳山地区。

（2）汾河流域自然乡村聚落发展潜能参差不齐，可划分为5个一级区和12个二级区。一级区包括流域北部自然条件约束区、流域西侧吕梁山生态可持续约束区、流域东侧太行-太岳山生态可持续约束区、流域中部晋中盆地及周边内外综合驱动发展区、流域南部临汾盆地及周边内生主导发展区，二级区是对一级区的细化，各区的发展现状、发展潜能和优势具有明显差异。

（3）汾河流域乡村聚落振兴发展路径为：北部上游区重在加大汾河源头生态保护，同时适度集聚，因地制宜地发展生态农业、特色农业、休闲旅游产业；两侧山地区以生态为先，山水林田湖草村统筹规划，加强生态功能重点区生态保护和生态修复，积极推进产业生态化和生态产业化；中部盆地区则要充分发挥区位优势，加快构建现代农业产业体系和乡村产业转型升级，通过城乡融合发展助力乡村全面振兴。

参考文献（References）

[1] 中共中央国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见[N]. 人民日报, 2021-02-22(001). [Opinions of the CPC Central Committee and the State Council on comprehensively promoting rural revitalization and accelerating agricultural and rural modernization[N]. People's Daily, 2021-02-22(001).]

[2] 刘彦随, 龙花楼, 李裕瑞. 全球乡城关系新认知与人文地理学研究[J]. 地理学报, 2021, 76(12): 2869-2884. [Liu Yansui, Long Hualou, Li Yurui. Human geography research based on the new thinking of global rural-urban relationship[J]. Acta Geographica Sinica, 2021, 76(12): 2869-2884.]

[3] 李小建, 胡雪瑶, 史焱文, 等. 乡村振兴下的聚落研究——来自经济地理学视角[J]. 地理科学进展, 2021, 40(1): 3-14. [Li Xiaojian, Hu Xueyao, Shi Yanwen, et al. The role of rural settlements in rural revitalization: Perspective of economic geography[J]. Progress in Geography, 2021, 40(1): 3-14.]

[4] Christaller W. Central places in southern Germany (translated by Baskin C W)[M]. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1966.

[5] Rosenqvist O. Deconstruction and hermeneutical space as keys to understanding the rural[J]. Journal of Rural Studies, 2020, 75: 132-142.

[6] 黄万状, 石培基. 河湟地区乡村聚落位序累积规模模型的实证研究[J]. 地理学报, 2021, 76(6): 1489-1503. [Huang Wanzhuang, Shi Peiji. An empirical study on rank cumulative size model of rural settlements in the Hehuang area[J]. Acta Geographica Sinica, 2021, 76(6): 1489-1503.]

[7] Philip L, Williams F. Remote rural home based businesses and digital inequalities: Understanding needs and expectations in a digitally underserved community[J]. Journal of Rural Studies, 2019, 68: 306-318.

[8] Rijswijk K, Klerkx L, Bacco M, et al. Digital transformation of agriculture and rural areas: A socio-cyber-physical system framework to support responsibilisation[J]. Journal of Rural Studies, 2021, 85: 79-90.

[9] 刘彦随, 周扬, 李玉恒. 中国乡村地域系统与乡村振兴战略[J]. 地理学报, 2019, 74(12): 2511-2528. [Liu Yansui, Zhou Yang, Li Yuheng. Rural regional system and rural revitalization strategy in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2019, 74(12): 2511-2528.]

[10] 李智, 刘劲松. 冀南平原典型农业村落转型特征及成长机制[J]. 地理学报, 2021, 76(4): 939-954. [Li Zhi, Liu Jinsong. Transformation characteristics and development mechanism of typical agricultural settlement in southern Hebei Plain since reform and opening-up[J]. Acta Geographica Sinica, 2021, 76(4): 939-954.]

[11] 何杰, 金晓斌, 梁鑫源, 等. 城乡融合背景下淮海经济区乡村发展潜力——以苏北地区为例[J]. 自然资源学报, 2020, 35(8): 1940-1957. [He Jie, Jin Xiaobin, Liang Xinyuan, et al. Research of rural system development potential in Huaihai Economic Zone: A case study of northern Jiangsu Province under the background of urban-rural integration[J]. Journal of Natural Resources, 2020, 35(8): 1940-1957.]

[12] 黄晶, 薛东前, 马蓓蓓, 等. 干旱绿洲农业区村庄多功能特征与类型划分研究——以临泽县为例[J]. 干旱区地理, 2022, 45(2): 606-617. [Huang Jing, Xue Dongqian, Ma Beibei, et al. Multifunctional characteristics and type division of county villages: A case of Linze County in arid oasis agricultural area[J]. Arid Land Geography, 2022, 45(2): 606-617.]

[13] 谭雪兰, 于思远, 陈婉铃, 等. 长株潭地区乡村功能评价及地域分异特征研究[J]. 地理科学, 2017, 37(8): 1203-1210. [Tan Xuelan, Yu Siyuan, Chen Wanling, et al. Evaluation of rural function and spatial division in Chang-Zhu-Tan urban agglomerations[J]. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(8): 1203-1210.]

[14] 苏思信, 王永生, 刘彦随. 京津冀地区乡村发展格局演化规律与发展路径[J]. 地理研究, 2022, 41(8): 2171-2183. [Su Sixin, Wang Yongsheng, Liu Yansui. Evolution patterns and development paths of rural areas in Beijing-Tianjin-Hebei region[J]. Geographical Research, 2022, 41(8): 2171-2183.]

[15] 曹智, 刘彦随, 李裕瑞, 等. 中国专业村镇空间格局及其影响因素[J]. 地理学报, 2020, 75(8): 1647-1666. [Cao Zhi, Liu Yansui, Li Yurui, et al. Spatial pattern and its influencing factors of specialized villages and towns in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2020, 75(8): 1647-1666.]

[16] 屠爽爽, 龙花楼. 乡村聚落空间重构的理论解析[J]. 地理科学, 2020, 40(4): 509-517. [Tu Shuangshuang, Long Hualou. Process and driving factors of rural restructuring in typical villages[J]. Sci-

entia Geographica Sinica, 2020, 40(4): 509-517.]
[17] 张海燕, 樊江文, 黄麟, 等. 中国自然资源综合区划理论研究与技术方案[J]. 资源科学, 2020, 42(10): 1870-1882. [Zhang Haiyan, Fan Jiangwen, Huang Lin, et al. Theories and technical methods for the comprehensive regionalization of natural resources in China[J]. Resources Science, 2020, 42(10): 1870-1882.]
[18] 严长清, 陈江龙, 段学军. 基于自然生态约束的滨湖城市土地利用分区——以无锡市区为例[J]. 资源科学, 2008, 30(6): 925-931. [Yan Changqing, Chen Jianglong, Duan Xuejun. Land use zoning in urban lakeshore areas based on natural and ecological restrictions: A case study of Wuxi City[J]. Resources Science, 2008, 30(6): 925-931.]
[19] 辛宇, 林耿, 林元城. 数字技术力量下的乡村重构[J]. 地理科学进展, 2022, 41(7): 1300-1311. [Xin Yu, Lin Geng, Lin Yuancheng. Rural reconstruction under the impact of digital technology[J]. Progress in Geography, 2022, 41(7): 1300-1311.]
[20] 李玉恒, 阎佳玉, 刘彦随. 基于乡村弹性的乡村振兴理论认知与路径研究[J]. 地理学报, 2019, 74(10): 2001-2010. [Li Yuheng, Yan Jiayu, Liu Yansui. The cognition and path analysis of rural revitalization theory based on rural resilience[J]. Acta Geographica Sinica, 2019, 74(10): 2001-2010.]
[21] 孔宇, 甄峰, 张姗琪. 智能技术影响下的城市空间研究进展与思考[J]. 地理科学进展, 2022, 41(6): 1068-1081. [Kong Yu, Zhen Feng, Zhang Shanqi. Research progress and prospect of urban space under the influence of smart technology[J]. Progress in Geography, 2022, 41(6): 1068-1081.]
[22] 史利江, 刘敏, 李艳萍, 等. 汾河流域县域经济差异的时空格局演变及驱动因素[J]. 地理研究, 2020, 39(10): 2361-2378. [Shi Lijiang, Liu Min, Li Yanping, et al. The spatio-temporal evolution and influencing factors of economic difference at county level in Fenhe River Basin[J]. Geographical Research, 2020, 39(10): 2361-2378.]
[23] 李春梅. 文旅产业中民营经济促进人的全面发展的理论分析——基于山西高质量转型发展的背景[J]. 经济问题, 2021(12): 16-21, 88. [Li Chunmei. A theoretical analysis of the private economy promoting people's all-round development in the cultural tourism industry: Based on the background of high-quality transformation and development of Shanxi Province[J]. On Economic Problems, 2021(12): 16-21, 88.]
[24] 应苏辰, 鲍捷, 王浚沣, 等. 生态约束背景下的乡村重构过程与驱动因素研究——以黄山市歙县深渡镇绵潭村为例[J]. 亚热带资源与环境学报, 2020, 15(4): 59-69. [Ying Suchen, Bao Jie, Wang Junfeng, et al. Process and driving factors of rural reconstruction under ecological constraints: A case from Miantan Village, Shendu Town, Shexian County, Huangshan City[J]. Journal of Subtropical Resources and Environment, 2020, 15(4): 59-69.]
[25] 陈琼, 张镱锂, 刘峰贵, 等. 黄河流域河源区土地利用变化及其影响研究综述[J]. 资源科学, 2020, 42(3): 446-459. [Chen Qiong, Zhang Yili, Liu Fenggui, et al. A review of land use change and its influence in the source region of Yellow River[J]. Resources Science, 2020, 42(3): 446-459.]
[26] 杨智威, 陈颖彪, 吴志峰, 等. 粤港澳大湾区城市热岛空间格局及影响因子多元建模[J]. 资源科学, 2019, 41(6): 1154-1166. [Yang Zhiwei, Chen Yingbiao, Wu Zhifeng, et al. Spatial pattern of urban heat island and multivariate modeling of impact factors in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay area[J]. Resources Science, 2019, 41(6): 1154-1166.]
[27] 薛冰, 李京忠, 肖骁, 等. 基于兴趣点(POI)大数据的人地关系研究综述: 理论、方法与应用[J]. 地理与地理信息科学, 2019, 35(6): 51-60. [Xue Bing, Li Jingzhong, Xiao Xiao, et al. Overview of man-land relationship research based on POI data: Theory, method and application[J]. Geography and Geo-information Science, 2019, 35(6): 51-60.]
[28] 侯志华, 刘敏, 樊晓霞, 等. 汾河流域城乡聚落体系发展潜能测度及空间模式探究[J]. 地理科学, 2020, 40(12): 1978-1989. [Hou Zhihua, Liu Min, Fan Xiaoxia, et al. Development potential and spatial pattern of urban-rural settlement system in the Fenhe River Basin[J]. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40(12): 1978-1989.]
[29] 傅德胜, 周辰. 基于密度的改进K均值算法及实现[J]. 计算机应用, 2011, 31(2): 432-434. [Fu Desheng, Zhou Chen. Improved K-means algorithm and its implementation based on density[J]. Journal of Computer Applications, 2011, 31(2): 432-434.]

Partitioning paths for development potential of rural settlements in watershed: Take Fenhe River Basin as an example

HOU Zhihua[1,2], CUI Xiaoqi[3], FAN Xiaoxia[1]

(1. School of Geography, Taiyuan Normal University, Jinzhong 030619, Shanxi, China; 2. Research Center for Scientific Development in Fenhe River Valley, Taiyuan Normal University, Jinzhong 030619, Shanxi, China; 3. School of Geography, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China)

Abstract: Settlements are the concentrated expression of man-land relationship in rural area. Exploration of the development potential and development path of rural settlements is essential to the sustainable development of rural economy. Based on the theory of rural regional system and modern rural development characteristics, this study evaluated the development potential of rural settlements, formulated zoning schemes, and analyzed the strengths and weaknesses of these schemes to explore the path of rural revitalization by taking Fenhe River Basin, Shanxi Province, China as an example. The research results show that: (1) The evaluation system was constructed by considering 11107 rural settlement patches as study objects to reveal the development potential of rural settlement from the aspects of natural environment, resources endowment, ecological protection, socio-economic level, and city driving. (2) The development potential showed a great difference, and its distribution was unbalanced in the Fenhe River Basin. The development potential of the middle and lower reaches were higher than that of the upper reaches, and the development potential of the middle valley basin was higher than that of the mountains and hills of the east and west. (3) The rural settlements were categorized into 5 first-class zones and 12 second-class zones that exhibited obvious characteristics and differences in development potential, development advantage, and development path. The results of this study contributed to the promotion and implementation of the rural revitalization strategy in the Fenhe River Basin and other similar areas.

Key words: rural revitalization; rural regional system; rural settlement; development path; Fenhe River Basin